

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

99 P. 4424 DE



①⁹ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

⑫ **Patentschrift**
⑩ **DE 40 16 922 C 3**

⑤ Int. Cl. 6:
G 01 D 5/14 A
G 01 R 19/25

⑳ Aktenzeichen: P 40 16 922.7-52
㉑ Anmeldetag: 25. 5. 90
㉒ Offenlegungstag: 28. 11. 91
㉓ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 3. 6. 93
㉔ Veröffentlichungstag
des geänderten Patents: 20. 5. 98

Patentschrift nach Einspruchsverfahren geändert

⑦³ Patentinhaber:
Schoppe & Faeser GmbH, 4950 Minden, DE

⑦⁴ Vertreter:
P. Meissner und Kollegen, 14199 Berlin

⑦² Erfinder:
Popp, Werner, 32429 Minden, DE

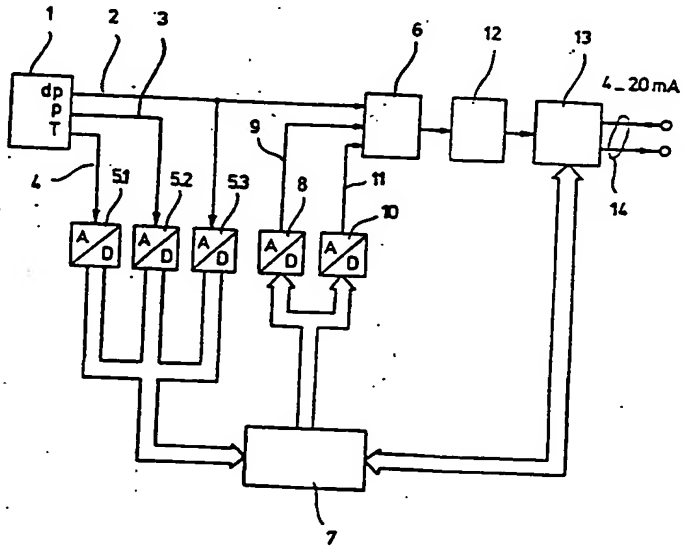
⑤⁶ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 35 44 095 A1
DE 34 27 743 A1
EP 01 69 414 A2
WO 88 01 417 A1

*User's Manual: Model 3051 C, Smart Pressure
Transmitter* der Fa. Rosemount, August 1988,
Veröffentlichungs-Nr. 4622/4623;

⑤⁴ Elektrischer Meßumformer nach dem Zwei-Draht-Verfahren

⑤⁷ Elektrischer Meßumformer nach dem Zwei-Draht-Verfahren, mit einem Sensor für die zu messende Größe und mit einer diesem nachgeschalteten Elektronik-Schaltung, die das Ausgangssignal des Sensors in einen eingepprägten Ausgangsstrom umformt, dessen Höhe ein Maß für die zu messende Größe ist, und mit einer Prozessor-Schaltung, die das Ausgangssignal des Sensors nach vorgegebenen Kriterien korrigiert und die zusätzlich mit einer externen Kommunikations-Einheit digitale Daten austauscht, wobei die Datenübertragung zwischen der Prozessor-Schaltung und der Kommunikation-Einheit über ein Hochfrequenzsignal erfolgt, das dem eingepprägten Ausgangsstrom überlagert ist, dadurch gekennzeichnet,
- daß der Meßumformer einen analogen Übertragungsweg und einen zu diesem parallel angeordneten mit dem Sensorausgangssignal gespeisten digitalen Übertragungsweg aufweist, in den die Prozessorschaltung (7) eingefügt ist,
- daß der analoge Übertragungsweg als Hauptübertragungsweg für den Sensorausgangssignal dient, wobei die Durchschaltung und Umwandlung des Ausgangssignals des Sensors (1) in den eingepprägten Ausgangsstrom in dem analogen Übertragungsweg erfolgt, und
- daß die von der Prozessor-Schaltung (7) berechneten Korrekturwerte nach einer Umformung in Analogsignale mit dem analogen Ausgangssignal des Sensors (1) verknüpft werden.



DE 40 16 922 C 3

Die Erfindung bezieht sich auf einen elektrischen Meßumformer nach dem Zwei-Draht-Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs.

Ein derartiger Meßumformer ist aus der Druckschrift "User's Manual: Model 3051 C - Smart Pressure Transmitter" der Fa. Rosemount, August 1988, Veröffentlichungsnummer 462214623 bekannt. In der Fig. 9-2 auf Seite 9-1 dieser Druckschrift ist das Blockschaltbild eines Differenzdruck-Meßumformers nach dem Zwei-Draht-Verfahren dargestellt. Der Differenzdruck-Meßumformer enthält einen Sensor, der den zu messenden Differenzdruck und die Temperatur des Sensors in entsprechende elektrische Signale umformt. Diese elektrischen Signale werden von einem Analog/Digital-Wandler in digitale Signale umgesetzt und einer Elektronik-Schaltung mit einem Mikroprozessor zugeführt. Der Mikroprozessor steuert die Signalverknüpfungen des Meßumformers. Zusätzlich führt er Berechnungen für die Linearisierung des Sensors und für die Bereichseinstellung durch sowie die Kommunikation mit einer externen Kommunikations-Einheit. Ein Digital/Analog-Wandler setzt die digitalen Signale des Mikroprozessors in ein 4 ... 20 mA-Signal um, das über eine Zwei-Draht-Leitung in üblicher Weise einer Warte zugeführt ist. Der Mikroprozessor tauscht mit einer externen Kommunikation-Einheit digitale Daten aus. Der Datenaustausch erfolgt über Hochfrequenzsignale, die dem 4 ... 20 mA-Signal so überlagert sind, daß sie seinen Mittelwert nicht verfälschen. Bei der Konzeptionierung derartiger Meßumformer besteht ein Widerspruch zwischen den Anforderungen an die Verarbeitungsgeschwindigkeit einerseits und dem Energiebedarf der Schaltungselemente andererseits. Aus der Begrenzung der maximalen Versorgungsenergie für den Meßumformer ergibt sich eine Begrenzung der Verarbeitungsgeschwindigkeit des Mikroprozessors, die dazu führt, daß das Ausgangssignal des Meßumformers nicht in der Lage ist schnellen Änderungen der zu messenden Größe unmittelbar zu folgen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Meßumformer der eingangs genannten Art zu schaffen, der ein kontinuierliches Ausgangssignal abgibt, das in der Lage ist, auch schnellen Änderungen der zu messenden Größe ohne Unterbrechung zu folgen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die im Kennzeichen des Patentanspruchs angegebenen Merkmale gelöst. Die Meßwertverarbeitung geschieht für dynamische Vorgänge nur auf dem analogen Übertragungsweg. Der Prozessor greift nur korrigierend in den analogen Übertragungsweg ein. Die Konfigurierung des Meßumformers und die Kommunikation mit externen Hilfsgeräten oder Rechnern erfolgt über den digitalen Übertragungsweg, ohne die Meßwertübertragung zu unterbrechen. Die Erfindung erlaubt die Verwendung niedriger Taktfrequenzen für den Prozessor und den Analog/Digital-Wandler und damit einen stromsparenden Betrieb.

Die Erfindung wird im folgenden mit ihren weiteren Einzelheiten anhand von in den nachfolgenden Zeichnungen, dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 das Blockschaltbild eines ersten Differenzdruck-Meßumformers gemäß der Erfindung und

Fig. 2 das Blockschaltbild eines weiteren Differenzdruck-Meßumformers gemäß der Erfindung.

Gleiche Teile sind mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Die Fig. 1 zeigt das Blockschaltbild eines ersten Differenzdruck-Meßumformers gemäß der Erfindung. Ein Sensor 1 erfaßt den zu messenden Differenzdruck p , den auf den

Sensor 1 einwirkenden statischen Druck p sowie die Temperatur T des Sensors 1 und setzt diese Größen in entsprechende elektrische Analogsignale um. Diese Ausgangssignale des Sensors 1 sind über Leitungen 2, 3 und 4 den Eingängen von drei Analog/Digital-Wandlern 5.1, 5.2 und 5.3 zugeführt. Das dem Differenzdruck p entsprechende Ausgangssignal des Sensors 1 ist zusätzlich dem ersten Eingang einer Verknüpfungs-Schaltung 6 zugeführt. Die Ausgänge der Analog/Digital-Wandler 5.1, 5.2 und 5.3 sind mit einer Prozessor-Schaltung 7 verbunden. Die Prozessor-Schaltung 7 berechnet aus den digitalisierten Ausgangssignalen des Sensors 1 zwei digitale Korrektursignale für das dem Differenzdruck p entsprechende Analogsignal. Ein erster Digital/Analog-Wandler 8 wandelt das erste digitale Korrektursignal in ein erstes analoges Korrektursignal um. Das erste analoge Korrektursignal ist über eine Leitung 9 dem zweiten Eingang der Verknüpfungs-Schaltung 6 zugeführt. Ein zweiter Digital/Analog-Wandler 10 wandelt das zweite digitale Korrektursignal in ein zweites analoges Korrektursignal um. Das zweite analoge Korrektursignal ist über eine Leitung 11 dem dritten Eingang der Verknüpfungs-Schaltung 6 zugeführt. Die Verknüpfungs-Schaltung 6 verknüpft das dem Differenzdruck p entsprechende Analogsignal mit dem ersten analogen Korrektursignal, das der Verknüpfungs-Schaltung 6 über die Leitung 9 zugeführt ist, durch eine vorzeichenbewertende Summenbildung. Zusätzlich erfolgt in der Verknüpfungs-Schaltung 6 eine multiplikative Verknüpfung des dem Differenzdruck p entsprechenden Analogsignals mit dem zweiten analogen Korrektursignal, das der Verknüpfungs-Schaltung 6 über die Leitung 11 zugeführt ist. Bei geringeren Anforderungen an die Qualität der Korrektur ist es auch möglich, auf das erste oder auf das zweite analoge Korrektursignal zu verzichten, so daß die Korrektur des dem Differenzdruck p entsprechenden Analogsignals entweder nur durch vorzeichenbewertende Summenbildung oder nur durch multiplikative Verknüpfung erfolgt. Der Ausgang der Verknüpfungs-Schaltung 6 ist mit dem Eingang einer Verstärker-Schaltung 12 verbunden, die das Ausgangssignal der Verknüpfungs-Schaltung 6 in einen eingepprägten Strom umwandelt. Der Verstärker-Schaltung 12 ist eine Meßumformer-Schnittstelle 13 nachgeschaltet. Die Meßumformer-Schnittstelle 13 verknüpft den analogen Übertragungsweg des Meßumformers, der aus der Verknüpfungs-Schaltung 6 und der Verstärker-Schaltung 12 besteht, mit dem digitalen Übertragungsweg des Meßumformers, der aus der Prozessor-Schaltung 7 besteht. Die Meßumformer-Schnittstelle 13 ist in üblicher Weise über eine Zwei-Draht-Leitung 14 mit einer in der Zeichnung nicht dargestellten Warte verbunden, in der die zu messende Größe angezeigt wird. Die Kommunikation mit der Prozessor-Schaltung 7 erfolgt über eine hier ebenfalls nicht dargestellte Kommunikations-Schnittstelle, die mit der Zwei-Draht-Leitung 14 verbunden ist. Der analoge Übertragungsweg für das dem Differenzdruck p entsprechende Ausgangssignal des Sensors 1 besteht aus der Verknüpfungsschaltung 6, der Verstärker-Schaltung 12 und der Meßumformer-Schnittstelle 13. Der über die Zwei-Draht-Leitung 14 fließende Ausgangsstrom folgt den Änderungen des Differenzdrucks p sofort.

Die Fig. 2 zeigt das Blockschaltbild eines zweiten Differenzdruck-Meßumformers gemäß der Erfindung. Soweit dieser Differenzdruck-Meßumformer mit dem in der Fig. 1 dargestellten Differenzdruck-Meßumformer übereinstimmt, sind für die entsprechenden Teile dieselben Bezugszeichen wie in der Fig. 1 verwendet worden. Ergänzend zu dem in der Fig. 1 dargestellten Meßumformer ist zwischen die Verknüpfungs-Schaltung 6 und die Verstärker-Schaltung 12 ein Rechenglied 15 mit radizierendem Übertragungsverhalten

geschaltet. Das Rechenglied 15 formt das ihm zugeführte analoge Eingangssignal in ein impulsbreitenmoduliertes Zwischensignal um, dessen Pulsbreitenverhältnis ein Maß für die Quadratwurzel des Eingangssignals ist. Eine in dem Rechenglied 15 enthaltene Integrierschaltung, im einfachsten Fall ein RC-Glied, bildet den arithmetischen Mittelwert des impulsbreitenmodulierten Zwischensignals. Das Ausgangssignal der in dem Rechenglied 15 enthaltenen Integrierschaltung ist der Verstärker-Schaltung 12 als analoges Eingangssignal zugeführt. Durch Auszählung des Pulsbreitenverhältnisses des impulsbreitenmodulierten Zwischensignals mit Impulsen, deren Frequenz höher als die des Zwischensignals ist, erfolgt eine Digitalisierung des radizierten Analogsignals. Das digitalisierte Ausgangssignal des Rechengliedes 15 ist ein Maß für den auf den Sensor 1 wirkenden Differenzdruck dp. Es ist über die Datenleitung 16 der Prozessor-Schaltung 7 zugeführt. Der Analog/Digital-Wandler 5.3, der in dem in der Fig. 1 dargestellten Differenzdruck-Meßumformer das dem Differenzdruck dp entsprechende Analogsignal digitalisiert, entfällt daher in dem in der Fig. 2 dargestellten Differenzdruck-Meßumformer. Auch für dieses Ausführungsbeispiel gilt, daß der über die Zwei-Draht-Leitung 14 fließende Ausgangsstrom den Änderungen des Differenzdrucks dp sofort folgt.

Abweichend von dem in der Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel kann das Rechenglied 15 bei Bedarf anstelle des radizierenden Übertragungsverhaltens ein lineares Übertragungsverhalten aufweisen. In diesem Fall formt das Rechenglied 15 das ihm zugeführte analoge Eingangssignal in ein impulsbreitenmoduliertes Zwischensignal um, dessen Pulsbreitenverhältnis proportional zu dem Eingangssignal ist. Die Weiterverarbeitung des impulsbreitenmodulierten Zwischensignals durch Bildung des arithmetischen Mittelwertes einerseits und durch Auszählung des Pulsbreitenverhältnisses andererseits erfolgt in der gleichen Weise wie oben beschrieben.

Patentansprüche

Elektrischer Meßumformer nach dem Zwei-Draht-Verfahren, mit einem Sensor für die zu messende Größe und mit einer diesem nachgeschalteten Elektronik-Schaltung, die das Ausgangssignal des Sensors in einen eingepprägten Ausgangsstrom umformt, dessen Höhe ein Maß für die zu messende Größe ist, und mit einer Prozessor-Schaltung, die das Ausgangssignal des Sensors nach vorgegebenen Kriterien korrigiert und die zusätzlich mit einer externen Kommunikations-Einheit digitale Daten austauscht, wobei die Datenübertragung zwischen der Prozessor-Schaltung und der Kommunikation-Einheit über ein Hochfrequenzsignal erfolgt, das dem eingepprägten Ausgangsstrom überlagert ist, dadurch gekennzeichnet,

- daß der Meßumformer einen analogen Übertragungsweg und einen zu diesem parallel angeordneten mit dem Sensorausgangssignal gespeisten digitalen Übertragungsweg aufweist, in den die Prozessorschaltung (7) eingefügt ist,
- daß der analoge Übertragungsweg als Hauptübertragungsweg für den Sensorausgangssignal dient, wobei die Durchschaltung und Umwandlung des Ausgangssignals des Sensors (1) in den eingepprägten Ausgangsstrom in dem analogen Übertragungsweg erfolgt, und
- daß die von der Prozessor-Schaltung (7) berechneten Korrekturwerte nach einer Umformung in Analogsignale mit dem analogen Ausgangssi-

gnal des Sensors (1) verknüpft werden.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

THIS PAGE BLANK (USPTO)

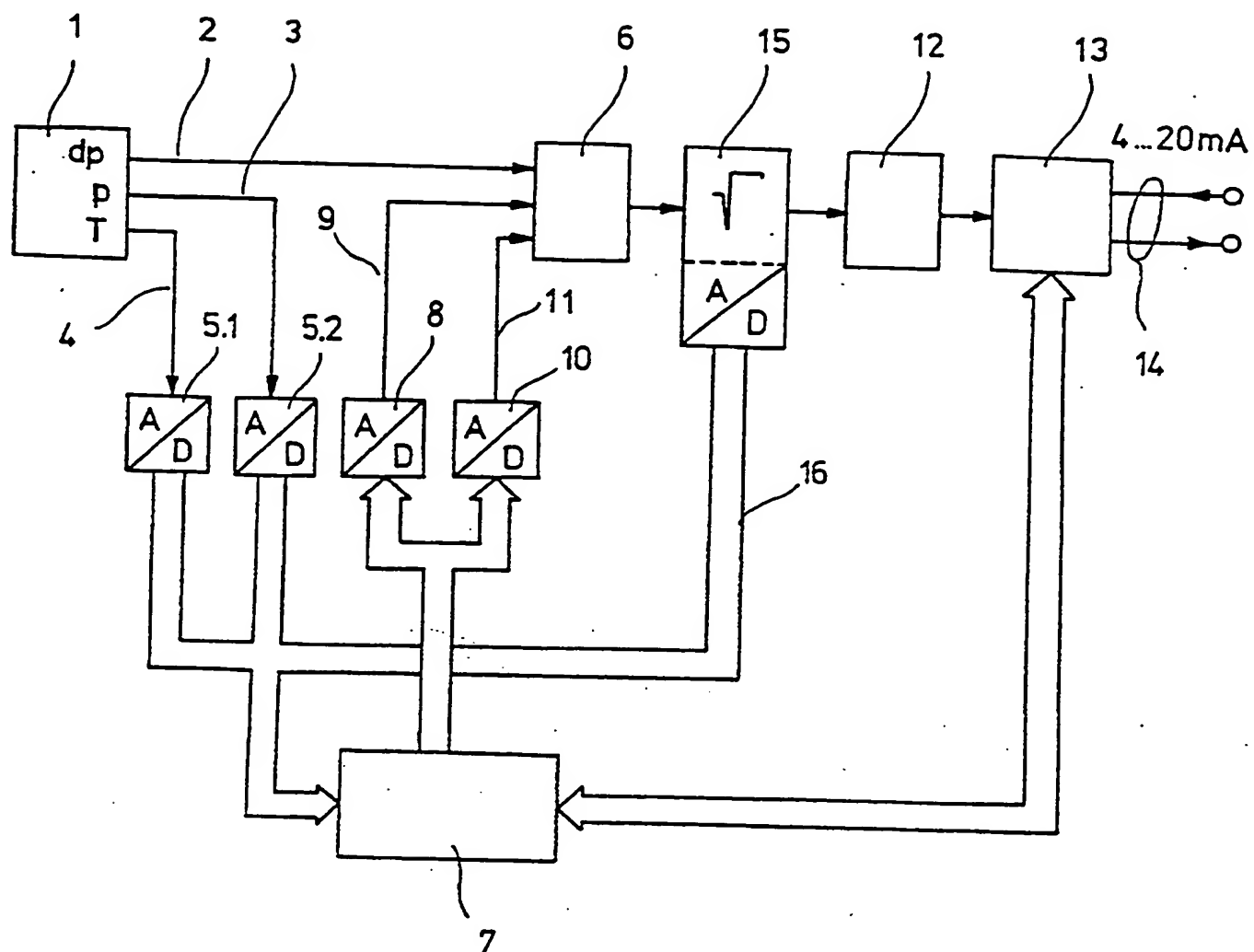


Fig. 2

5/14
A

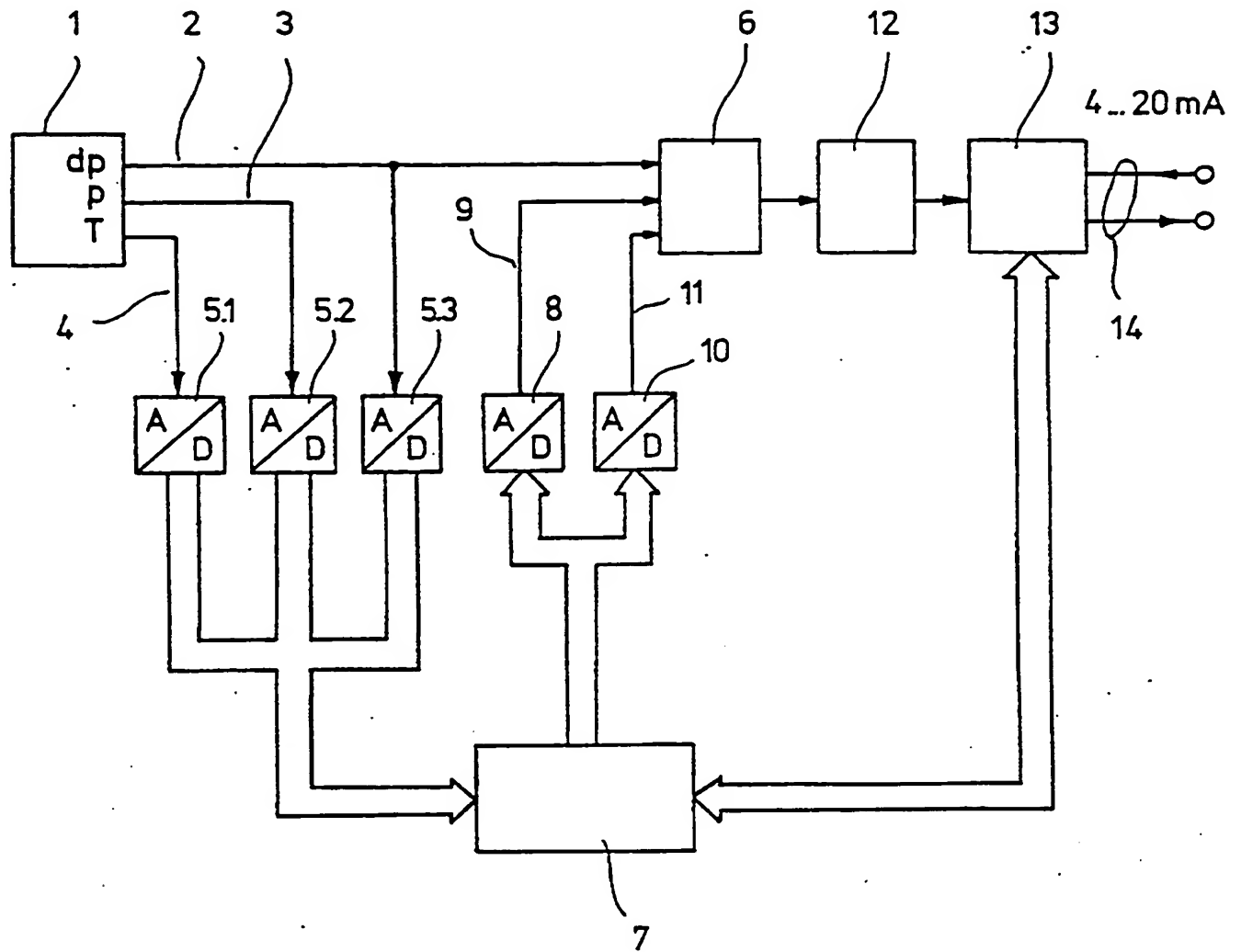


Fig. 1